

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 657 537 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.05.2006 Patentblatt 2006/20

(51) Int Cl.:
G01L 23/14 (2006.01) G01L 9/16 (2006.01)
G01L 1/12 (2006.01) F02D 41/38 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 05107335.1

(22) Anmeldetag: 10.08.2005

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

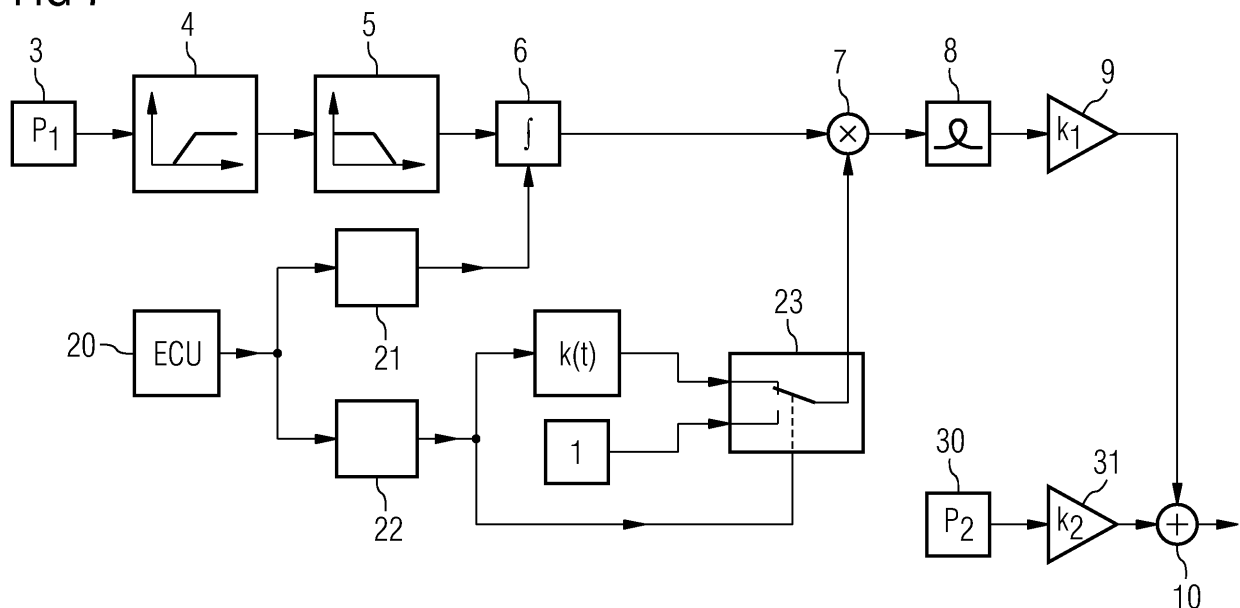
(72) Erfinder:
• Baumann, Julian
76137, Karlsruhe (DE)
• Göger, Dirk
76297, Stutensee (DE)
• Schlegl, Thomas
93055, Regensburg (DE)

(30) Priorität: 01.10.2004 DE 102004047959

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung des absoluten Drucks in durch Fluid durchströmten Rohren**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des absoluten Druckes in durch Fluid durchströmten Rohren, insbesondere Einspritzleitung von dieselbetriebenen Brennkraftmaschinen. Dabei wird ein erstes Signal eines ersten Drucksensors erfasst. Dieses erste Signal wird integriert. Das integrierte Signal wird mit ei-

nem Faktor multipliziert. Abschließend wird dieser multiplizierte Faktor mit einem Arbeitsdruck addiert. Dieses erfindungsgemäße Verfahren bietet die vorteilhafte Möglichkeit den absoluten Druck innerhalb der Einspritzleitung zu erfassen, die den Rail einer Brennkraftmaschine mit dem entsprechenden Injektor verbindet.

FIG 7

EP 1 657 537 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Druckes in Rohren gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 und betrifft eine entsprechende Vorrichtung gemäß dem unabhängigen Anspruch 7.

[0002] Wichtige Ziele bei der Entwicklung von Dieselmotoren sind die Reduktion von Emissionen und die Reduktion des Kraftstoffverbrauchs. Dies versucht man zum einen durch eine erhöhte Präzision bei der Formung des Einspritzverlaufs und zum anderen durch einen homogenen Verbrennungsprozess im Motor zu erreichen. Deshalb wird neben Veränderungen in der Systemhardware, die unter anderem eine Reduktion der kleinstmöglichen einzuspritzenden Kraftstoffmenge ermöglicht, der Druck in der Kraftstoffeinspritzleitung zunehmend höher gewählt.

[0003] Die neuesten Injektorgenerationen ermöglichen Mehrfacheinspritzungen, was zu mehreren Öffnungs- und Schließvorgängen der Injektornadel in sehr kurzen Zeitabständen führt. Diese Nadelbewegungen erzeugen Druckoszillationen in der Einspritzleitung, deren Amplitude eine Abweichung um etwa 10% vom Arbeitspunkt betragen kann. Der genaue zeitliche Verlauf der Druckschwankungen hängt ab vom gewählten Einspritzverlauf, der Injektorcharakteristik, den hydraulischen Eigenschaften der Einspritzleitung und der Hochdruckpumpe sowie von Kraftstoffeigenschaften wie Temperatur und Viskosität. Aufgrund der hohen Anzahl beeinflussender Parameter können die Druckschwankungen derzeit nicht analytisch berechnet werden. Die Druckschwankungen am injektorseitigen Ende der Einspritzleitung beeinflussen die Menge und den zeitlichen Verlauf des eingespritzten Kraftstoffpakets. Eine Messung des Drucks an dieser Stelle erfordert den Einbau eines zusätzlichen Sensors, der die dynamischen Druckschwankungen ausreichend genau erfassen kann. Ein solcher Sensor scheidet aus Kostengründen aus. Da ein solcher Sensor invasiv arbeitet, verändert er darüber hinaus die hydraulischen Eigenschaften der Einspritzleitung.

[0004] Es sind Sensoren bekannt, die auf dem magneto-elastischen Effekt basieren. Dieser besagt, dass ein ferromagnetisches Material seine magnetischen Eigenschaften ändert, wenn es einer Längenänderung ausgesetzt wird. Das bedeutet, dass die Hysteresekurve, die den nichtlinearen Zusammenhang zwischen dem magnetischen Feld H und der magnetischen Flussdichte B durch die magnetische Permeabilität μ_r beschreibt, gedehnt oder gestaucht wird (s.Fig.3).

[0005] Der unter hohem Druck stehende Kraftstoff erzeugt in der aus ferromagnetischem Material bestehenden Einspritzleitung radiale und axiale Druck- und Zugspannungen. Eine Druckänderung führt daher zu einer Änderung der mechanischen Spannungen im Einspritzleitungsmaterial. Durch den magneto-elastischen Effekt ändert sich dabei die magnetische Permeabilität des Materials μ_r , was bei konstantem Magnetfeld H zu einer sich

näherungsweise proportional zur Druckschwankung ändernden magnetischen Flussdichte B führt. Eine zeitlich veränderliche magnetische Flussdichte B erzeugt nach dem Induktionsgesetz in einer Spule eine induzierte Spannung U_{ind} . Diese Spannung kann gemessen und aus ihr die Druckschwankungen in der Einspritzleitung rekonstruiert werden.

[0006] Die Druckschrift DE 101 00 957 A1 offenbart einen aus drei Drahtspulen aufweisenden Sensor, die um eine Einspritzleitung gewickelt werden. Die beiden äußeren Spulen werden von Gleichstrom durchflossen und erzeugen so ein zeitlich konstantes magnetisches Feld H . Die mittlere Spule dient zur Messung der induzierten Spannung. Diese wird von einem nahe am Sensor angeordneten Signalverstärker verstärkt. Zur Abschirmung äußerer magnetischer Felder, die als Störungen auf die induzierte Spannung einwirken, kann der Sensor von einem aus weichmagnetischem Material bestehenden Schirmgehäuse umgeben werden, welches an der Einspritzleitung angebracht wird.

[0007] Die Druckschrift DE 197 57 293 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Bestimmung des Einspritzbeginns mittels eines magneto-elastischen Sensors, bei dem unter anderem der relative Druck bestimmt wird.

[0008] Bei den bekannten Sensoren ist es dabei nachteilig, dass diese den absoluten Druck innerhalb einer Einspritzleitung nicht bestimmen können.

[0009] Somit liegt die Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und Verfahren vorzustellen, die den absoluten Druck innerhalb eines Fluid durchströmten Rohres ermitteln können.

[0010] Die Erfindung wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 und des unabhängigen Anspruchs 7 gelöst.

[0011] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des absoluten Druckes in durch Fluid durchströmten Rohren, insbesondere Einspritzleitung von Brennkraftmaschinen. Dabei wird ein erstes Signal eines ersten Drucksensors erfasst. Dieses erste Signal wird integriert. Das integrierte Signal wird mit einem Faktor multipliziert. Abschließend wird dieser multiplizierte Faktor mit einem Arbeitsdruck addiert. Dieses erfindungsgemäße Verfahren bietet die vorteilhafte Möglichkeit den absoluten Druck innerhalb der Einspritzleitung zu erfassen, die den Rail einer Brennkraftmaschine mit dem entsprechenden Injektor verbindet.

[0012] Um ein Abdriften des integrierten Wertes zu vermeiden, ist es vorteilhaft, die Integration während einer bestimmten Zeitspanne durchzuführen. Dabei kann der Beginn der Integration mit dem Einspritzbeginn eines entsprechenden Injektors übereinstimmen. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, in dem die Flanke des Einsteuersignals des Injektors erfasst wird. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist es, dass der Faktor zeitlich veränderlich ist. Dabei kann dieser Faktor vom Raildruck, vom Einspritzverlauf und/oder vom Rohrmaterial abhängen. Diese zeitliche Abhängigkeit kann beispielsweise durch eine Annäherung

eines Polynoms dritter Ordnung erreicht werden.

[0013] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung bieten somit die Möglichkeit, den Druck in einer Einspritzleitung nichtinvasiv, d.h. ohne Veränderung der hydraulischen Eigenschaften der Einspritzleitung, zu messen. Aufgrund der einfachen Bauform des Sensors ist er um Größenordnungen billiger herstellbar als konventionelle Drucksensoren. Die bisher mit vergleichbarem Aufwand nicht verfügbare Information über die Druckschwankungen in der Einspritzleitung nahe am Injektor kann zu einer Korrektur des Einspritzverlaufs genutzt werden. Damit kann eine genauere Mengendosierung erreicht werden, wie sie für kommende, strengere E-missionsgesetzgebungen notwendig sein wird. Weiter kann aus der Frequenz der gemessenen Schwingungen bei bekannten Fluideigenschaften des Kraftstoffs auf die Temperatur des Kraftstoffs nahe des Injektors geschlossen werden. Bei Kaltstart kann aus der Frequenzinformation anstatt auf die (zu diesem Zeitpunkt nämlich bekannte) Temperatur auf die Art des Kraftstoffs (Sommer- oder Winterdiesel) geschlossen werden. Weiterhin denkbar sind Diagnosefunktionen zur Überwachung der Injektoren.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die schematische Zeichnung beispielhaft erläutert. Dabei zeigt:

- Figur 1, 2 zwei Ausführungsformen eines magneto-elastischen Drucksensors;
- Figur 3 Hysteresekurve eines ferromagnetischen Materials;
- Figur 4 im Drucksensor induzierte Spannung während eines Einspritzvorgangs;
- Figur 5 gefilterte und integrierte induzierte Spannung im Vergleich mit dem Signal eines Referenzsensors;
- Figur 6 skaliertes Signal im Vergleich zum Referenzsignal und
- Figur 7 schematische Darstellung des Algorithmus zur Druckrekonstruktion.

[0016] In Figur 1 ist ein erster Drucksensor 3 mit einem Element 1 abgebildet, das als Kern 1 bezeichnet wird. Der Kern 1 ist kraftschlüssig mit einem ferromagnetischen Rohr 2 (Einspritzleitung) verbunden.

[0017] Der erste Drucksensor 3 kann zudem eine Vormagnetisierungsspule 12 aufweisen, deren Windungen so gewickelt sind, dass etwa bei der Hälfte der Windungszahl ein Zwischenraum vorhanden ist. Die Vormagnetisierungsspule 12 umgibt den Kern 1 und ist kraftschlüssig damit verbunden.

[0018] In diesem Zwischenraum der Vormagnetisierungsspule 12 ist eine Messspule 13 angeordnet, die den Kern 1 kraftschlüssig umgibt. Des Weiteren kann ein Messverstärker 14 derart angeordnet sein, dass er einen

möglichst kleinen Abstand zur Messspule 13 aufweist. Durch den möglichst kleinen Abstand des Messverstärkers 14 zur Messspule 13 können Störeinstreuungen vermindert werden und somit ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis erreicht werden. Ein solcher einem Transformator ähnlicher Aufbau mit zwei Wicklungen ist sehr empfindlich, aber nicht notwendig. Eine einzige Wicklung, wie die der Messspule 13, ist ausreichend um den Druck in der Leitung ermitteln zu können. Die Verwendung nur einer Spule (Wicklung) ermöglicht einen einfachen, robusten Aufbau.

[0019] Durch den durch die Vormagnetisierungsspule 12 fließenden Magnetisierungsstrom I_{mag} wird ein Magnetfeld erzeugt, mit dem der Kern 1 vormagnetisiert wird.

[0020] In diesem Ausführungsbeispiel des ersten Drucksensors, der als Zylindersensor bezeichnet wird, sind die Vormagnetisierungsspule 12 und die Messspule 13 koaxial zum hohlzylinderförmigen Kern 1 und zur Einspritzleitung 2 angeordnet.

[0021] Bei einem solchen Zylindersensor ist ein offener magnetischer Kreis vorhanden. Zum Erreichen einer bestimmten magnetischen Flussdichte B ist daher eine größere magnetische Feldstärke H als beim geschlossenen magnetischen Kreis notwendig.

[0022] In einem anderen Ausführungsbeispiel (Figur 2) weist der Zylindersensor ein zweites Element 15 auf, dass als Joch 15' bezeichnet wird. Dieses Joch 15' umgibt die Einspritzleitung 2 zumindest teilweise und ist mit den ringförmigen Stirnflächen des zylinderförmigen Kerns 1 mechanisch verbunden.

[0023] Durch das Joch 15' werden die aus den Stirnflächen des Kerns 1 austretenden magnetischen Feldlinien geschlossen. Dadurch weist der als Jochsensor bezeichnete Drucksensor einen geschlossenen magnetischen Kreis auf.

[0024] Vorteilhaft ist es, für das Material des Jochs 15' Weicheisen oder geschichtetes Trafoblech zu verwenden.

[0025] In Figur 3 ist die magnetische Flussdichte B über das magnetische Feld H eines ferromagnetischen Materials abgebildet. Bei unterschiedlichen Belastungen des ferromagnetischen Materials, verändert sich die in Figur 3 abgebildete Hysteresekurve. Steht das Material unter Druckspannung ($\sigma < 0$), so wird die Hysteresekurve durch den magneto-elastischen Effekt gestaucht (strichpunktiert dargestellt). Steht das Material unter Zugspannung ($\sigma > 0$), so wird die Hysteresekurve gestreckt (gestrichelt dargestellt). Das mechanisch unbelastete ferromagnetische Material erzeugt die durchgezogen dargestellte Hysteresekurve ($\sigma = 0$).

[0026] Eine Druckänderung in einem Rohr 2 erzeugt eine mechanische Beanspruchung der Rohrwandungen. Der magneto-elastische Effekt erzeugt eine Änderung der magnetischen Permeabilität μ_r , die ihrerseits wiederum eine Änderung der magnetischen Flussdichte B hervorruft. Gemäß Faradays Gesetz wird Spannung in einer um das Rohr angeordneten Spule induziert, die als Sen-

sorsignal gemessen werden kann. Eine solche induzierte Spannung über die Zeit ist in Figur 4 abgebildet. Dabei ist der in Figur 1 abgebildete Drucksensor 3 in der Nähe eines Injektors einer Brennkraftmaschine angeordnet. Die in Figur 4 gezeigte Kurve gibt die in der Messspule 12 induzierte Spannung während eines Einspritzvorganges wieder.

[0027] Ein erfindungsgemäßer Schaltungsaufbau ist in Figur 7 wieder gegeben. Der erste Drucksensor 3 ist an einem Hochpassfilter 4 angeschlossen, um Störungen unterhalb einer Frequenz von 500 Hz zu unterdrücken, insbesondere Frequenzen bei 50 Hz und 150 Hz. Der Ausgang des Hochpassfilters 4 ist an dem Eingang eines Tiefpassfilters 5 angeschlossen. Dieser Tiefpassfilter 5 unterdrückt Störungen mit einer Frequenz oberhalb von 1600 Hz, insbesondere bei einer Frequenz um 2700 Hz. Der Ausgang des Tiefpassfilters 5 ist an einem ersten Eingang einer Integrationseinheit 6 angeschlossen. Der Ausgang der Integrationseinheit 6 ist an einem ersten Eingang einer Multiplikationseinheit 7 angeschlossen. Diese Multiplikationseinheit 7 ist ihrerseits an dem Eingang einer Verzögerungseinheit 8 angeschlossen. Diese Verzögerungseinheit 8 ist an einer ersten Skalierungseinheit 9 angeschlossen, die an einem ersten Eingang einer Additionseinheit 10 angeschlossen ist. Der Ausgang der Additionseinheit 10 gibt den absoluten Druck innerhalb der Einspritzleitung 2 wieder.

[0028] Beim Einspritzbeginn gibt eine ECU 20 ein Ansteuerungssignal für einen Injektor aus. Dieses Ansteuerungssignal wird in einer Flankendetektionseinheit 21 dazu verwendet, um den Einspritzbeginn des Injektors feststellen zu können. Der Ausgang des Flankendetektors 21 ist am zweiten Eingang der Integrationseinheit 6 angeschlossen, um ein Wegdriften des integrierten Signals zu verhindern. Nach Abklingen der Druckoszillation innerhalb der Einspritzleitung wird die Integration gestoppt.

[0029] Ein weiterer Flankendetektor 22 nutzt ebenfalls das Ansteuerungssignal eines Injektors aus um einen zeitlich veränderlichen Faktor k zu verändern. Der Ausgang der Umschalteinheit 23 ist am zweiten Eingang der Multiplikationseinheit 7 angeschlossen.

[0030] Ein zweiter Drucksensor 30 ist an einer zweiten Skalierungseinheit 31 angeschlossen. Der Ausgang dieser Skalierungseinheit 31 ist an dem zweiten Anschluss der Additionseinheit 10 angeschlossen. Dies dient dazu, den Arbeitsdruck p_0 bei Arbeitsbeginn der Integration zu erfassen. Ein solcher zweiter Drucksensor 30 kann beispielsweise in der Nähe einer Hochdruckpumpe angeschlossen sein oder direkt im Rail vorhanden sein. Aufgrund der Dämpfung der Schwingungen innerhalb des Rails und aufgrund der Trägheit des Sensors können hohe Frequenzen von diesem nicht erfasst werden, so dass der zweite Drucksensor 30 einen Durchschnittsdruck innerhalb des Rails misst.

[0031] Die in Figur 4 abgebildete Kurve wird durch die beiden Filter 4 und 5 geleitet und anschließend in der Integrationseinheit 6 integriert. Das gefilterte und integrierte Induktionssignal ist als gestrichelt dargestellte

Kurve in Figur 5 abgebildet. Die durchgezogene Kurve in Figur 5 gibt ein Referenzsignal wieder. Darin ist zu erkennen, dass das gefilterte und integrierte Signal im Vergleich zum Referenzsignal zwar die gleiche Schwingungsdauer aufweist, aber zu hohe Amplituden aufweist.

[0032] In Figur 6 ist das skalierte Messsignal (gestrichelt dargestellt) im Vergleich zum Referenzsignal (durchgezogene Linie) dargestellt. Dieses skalierte Signal wird am Ausgang der Additionseinheit 10 ausgegeben. Zum Zeitpunkt t_0 beginnt die Injektion des Kraftstoffs. Das Ansteuerungssignal des Injektors wird von der Flankendetektionseinheit 21 erkannt und gibt der Integrationseinheit 6 den Start für die Integration an. Bis zum Zeitpunkt t_1 sind zwischen Referenzsignal (durchgezogene Linie) und dem skalierten Signal (gestrichelt dargestellt) kaum Abweichungen erkennbar. Die strichpunktiert eingezeichnete Hüllkurve 40 stellt den zeitlichen veränderlichen Faktor k dar.

[0033] Die Hüllkurve 40 kann für jeden ersten Drucksensor mit Hilfe des Referenzsignals (durchgezogene Linie) ermittelt werden. Die individuelle Hüllkurve kann in einem nicht dargestellten Speicher abgelegt werden.

[0034] Eine preisgünstigere Alternative ist es beispielsweise nur jeden 30. Drucksensor auszumessen und dessen Hüllkurve zu bestimmen. Diese Hüllkurve wird für die in der Produktion nächsten 29 Drucksensoren verwendet.

[0035] Dabei kann es vorkommen, dass die nicht individualisierte Hüllkurve gar nicht zu einem Drucksensor passt.

[0036] Für einen solchen Fall ist die Umschalteinheit 23 vorgesehen, um den k -Faktor abzuschalten. Stattdessen wird an die Multiplikationseinheit 7 ein konstanter Faktor ($=1$) angelegt.

[0037] Somit ist es möglich, mit diesem erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtung den absoluten Druck innerhalb einer Einspritzleitung 2 zu messen.

Patentansprüche

- Verfahren zur Bestimmung des absoluten Drucks in durch Fluid durchströmten Rohren, insbesondere Einspritzleitungen von Brennkraftmaschinen, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:
 - Erfassen des ersten Signals eines ersten Drucksensors (3)
 - Integration des ersten Signals
 - Multiplikation des integrierten Wertes mit einem Faktor (k)
 - anschließend Addition eines Arbeitsdruckes (p) zum multiplizierten Wert.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Integration nur während einer bestimmten Zeitspanne durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Beginn der Zeitspanne im Wesentlichen dem Einspritzbeginn eines am Rohrende angeschlossenen Injektors entspricht. 5
4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faktor (k) zeitlich veränderlich ist. 10
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zeitlich veränderliche Faktor (k) bei einer Brennkraftmaschine vom Raildruck, vom Einspritzverlauf und/ oder vom Rohrmaterial abhängt. 15
6. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**, der Arbeitsdruck (p) mit Hilfe eines zweiten Drucksensors (30) bei einer Brennkraftmaschine in der Nähe einer das Rohr mit Fluid versorgenden Hochdruckpumpe oder an einem Rail erfasst wird. 20
7. Vorrichtung zur Bestimmung des absoluten Drucks in Fluid durchströmten Rohren, insbesondere Einspritzleitungen von Diesel betriebenen Brennkraftmaschinen, wobei die Vorrichtung umfasst: 25
- einen ersten Drucksensor (3),
 - eine Integrationseinheit (6),
 - eine Multiplikationseinheit (7) und 30
 - eine Additionseinheit (10),
- wobei der erste Drucksensor (3) an die Integrationseinheit (6) angeschlossen ist, die an die Multiplikationseinheit (7) angeschlossen ist, die an die Additionseinheit (10) angeschlossen ist. 35
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem erstem Drucksensor (3) und der Integrationseinheit (6) ein Tiefpassfilter (5) und/ oder Hochpassfilter (4) angeschlossen sind. 40
9. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Ansteuereinheit (20) des Injektors an der Integrationseinheit (6) angeschlossen ist, um den Integrationsbeginn auszulösen. 45
10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung einen zweiten Drucksensor (30) aufweist, der näher zu einer das Rohr (2) mit Fluid versorgender Hochdruckpumpe angeordnet ist als der erste Drucksensor (3). 50
11. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Drucksensor (3) ein um das Rohr angeordneter ma- 55
- gneto-elastischer Sensor ist.
12. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Drucksensor (3) in der Nähe eines Injektors angeordnet ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Brennkraftmaschine mit einem Rail und mindestens einem Injektor der erste Drucksensor (3) zwischen dem Rail und dem Injektor angeordnet ist, so dass der Druck in der den Rail und den Injektor verbindenden Einspritzleitung (2) erfassbar ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Drucksensor (30) am Rail angeordnet ist, so dass der mittlere Raildruck erfassbar ist.

FIG 1

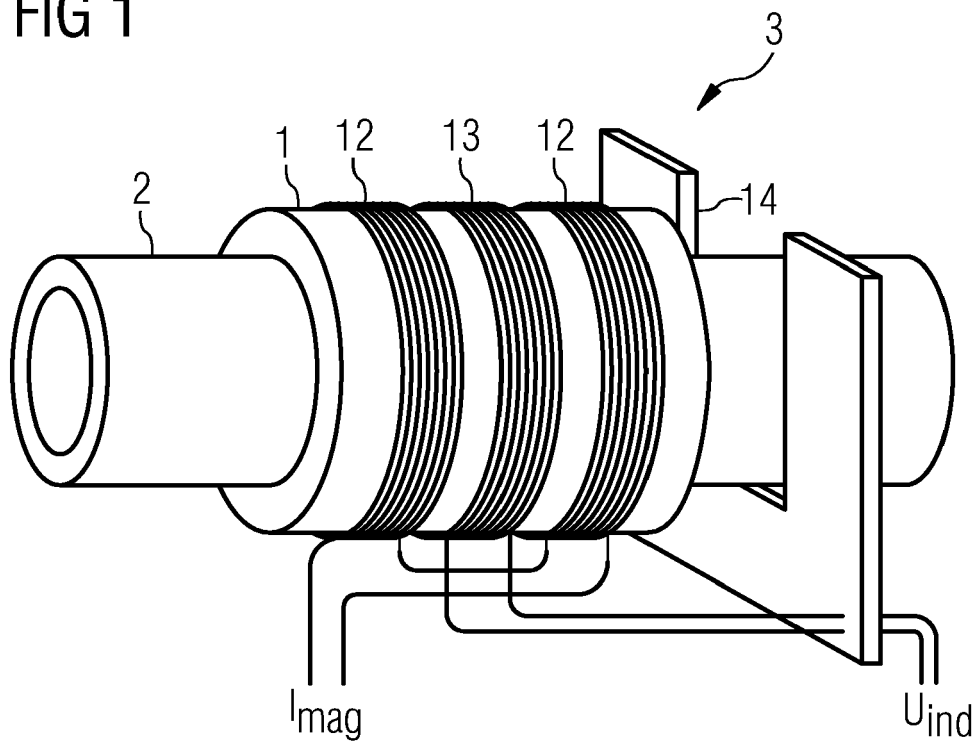


FIG 2

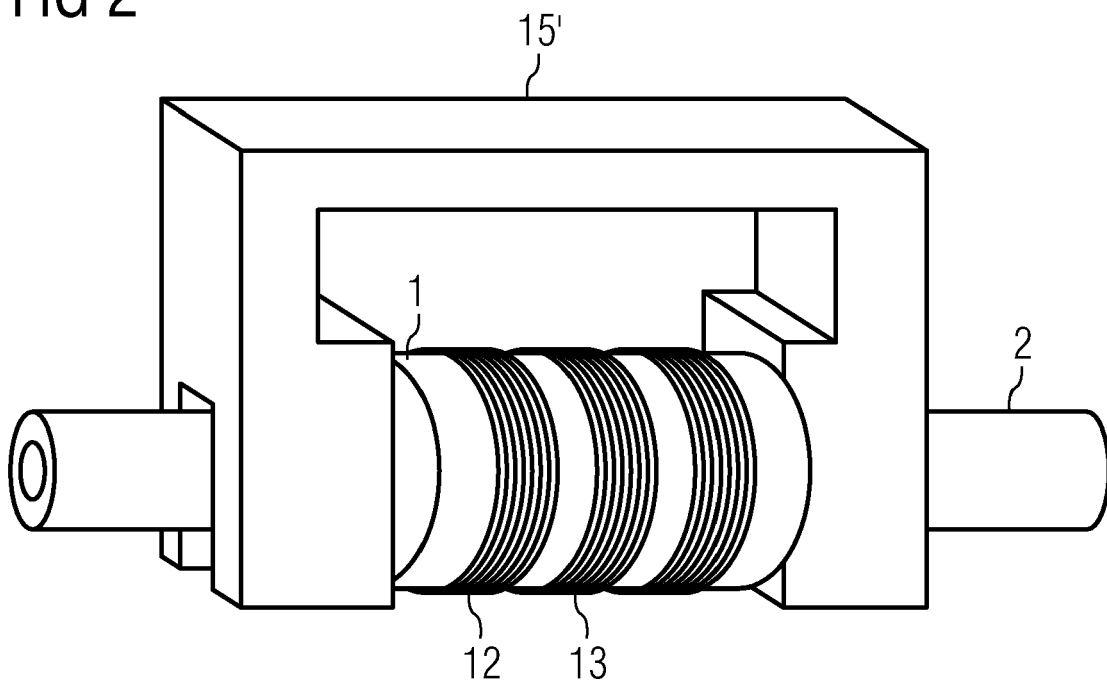


FIG 3

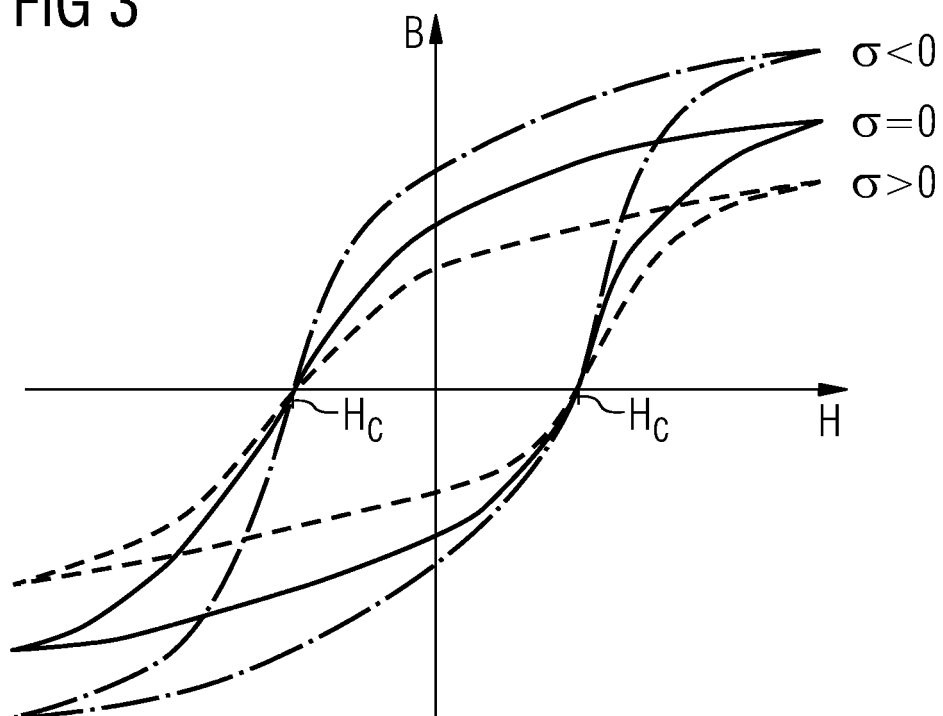


FIG 4

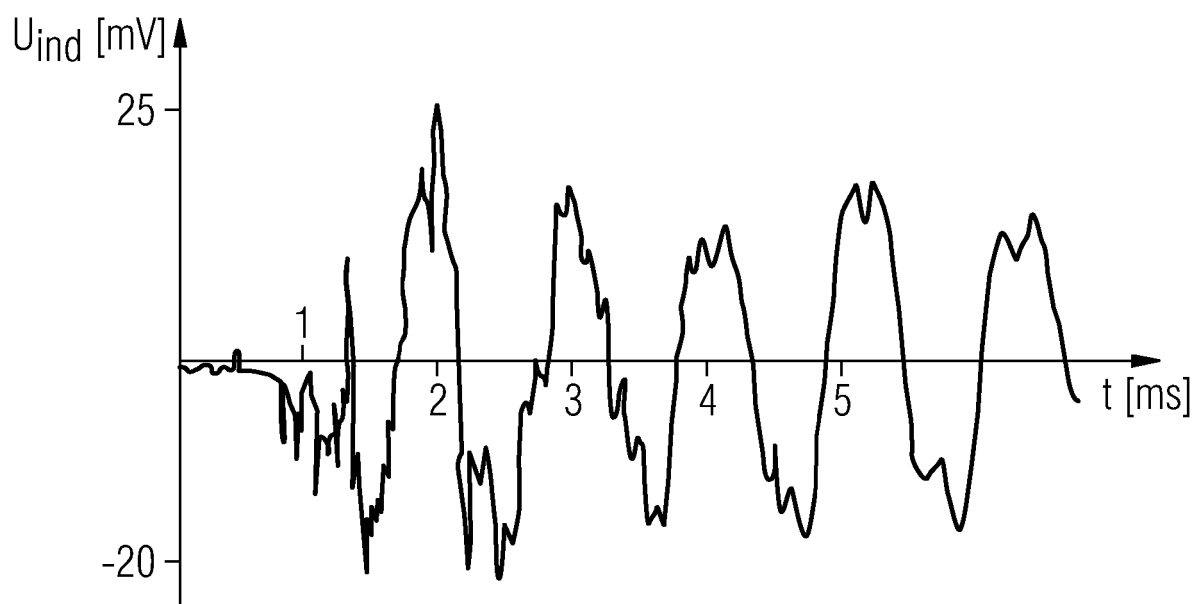


FIG 5

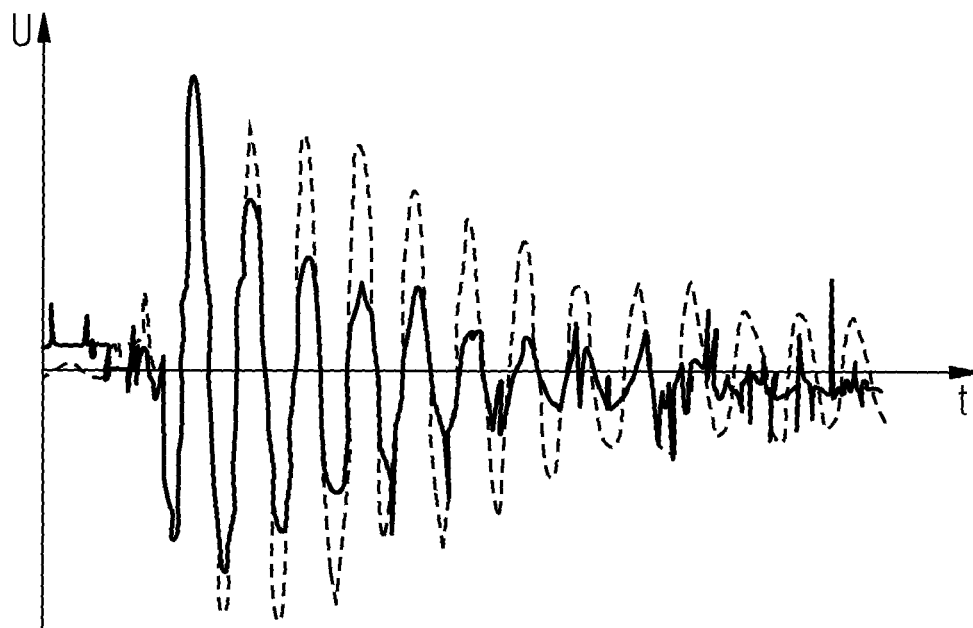


FIG 6

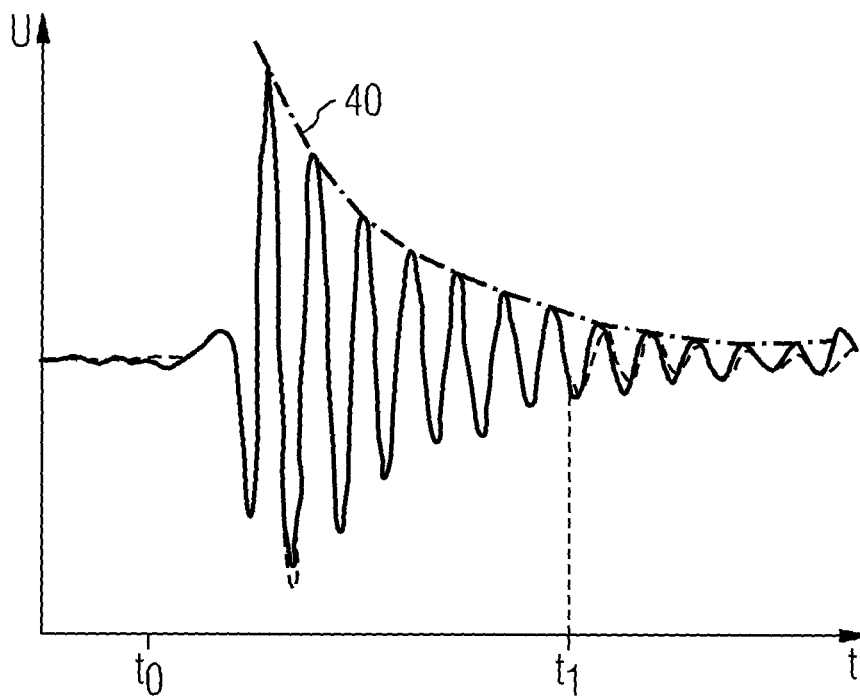
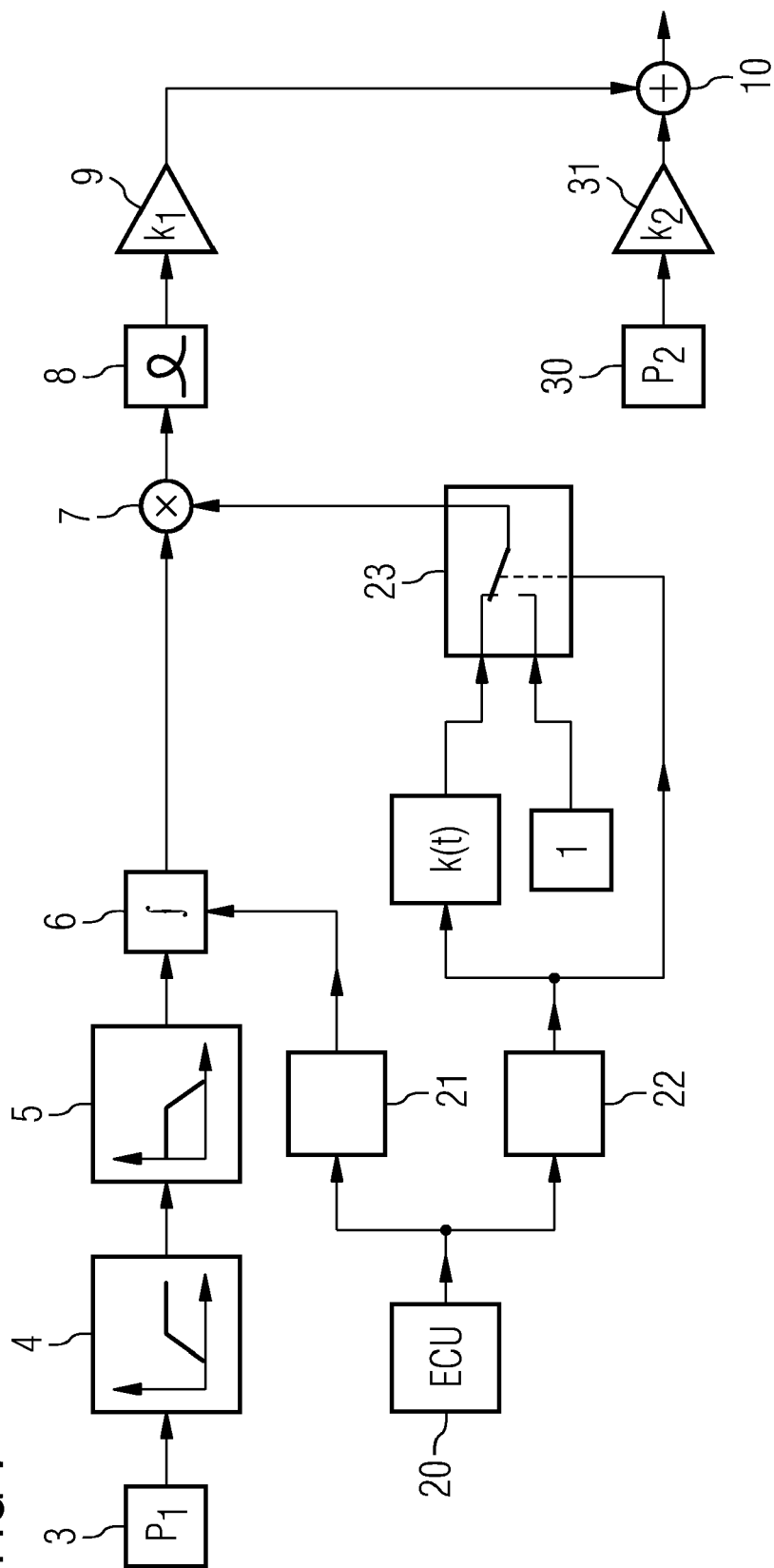


FIG 7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 10 7335

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	DE 101 00 957 A1 (SIEMENS AG) 25. Juli 2002 (2002-07-25) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Absatz 28 - Spalte 6, Absatz 71; Abbildungen 1-5B *	1-14	G01L23/14 G01L9/16 G01L1/12 F02D41/38
A	WO 02/066809 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; DEML, ULRICH; FRIMBERGER, MANFRED; AUMER,) 29. August 2002 (2002-08-29) * Zusammenfassung * * Seite 5, Zeile 6 - Seite 13, Zeile 4; Abbildungen 1-6 *	1-14	
A	US 2003/160118 A1 (SCHMAUSER TILL) 28. August 2003 (2003-08-28) * Zusammenfassung * * Seite 1, Absatz 9 - Seite 2, Absatz 10 * * Seite 2, Absatz 15 * * Seite 3, Absatz 28 - Seite 4, Absatz 49; Abbildungen 1-7 *	1-14	
A	US 6 561 036 B1 (GUSTAFSSON PAER ET AL) 13. Mai 2003 (2003-05-13) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 5, Zeile 57 * * Spalte 6, Zeile 7 - Spalte 7, Zeile 32; Abbildungen 2-5 *	1-14	G01L F02D
A	DE 36 04 088 A1 (DAIMLER-BENZ AG; DAIMLER-BENZ AG, 7000 STUTTGART, DE) 13. August 1987 (1987-08-13) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 68 - Spalte 5, Zeile 3; Abbildungen 1-3 *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Februar 2006	Prüfer Bergado Colina, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 10 7335

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)	
A	DE 906 625 C (DR.-ING. HERMANN GOEBBELS) 12. Juli 1954 (1954-07-12) * Seite 1, Zeile 19 - Seite 2, Zeile 90; Abbildungen 1,2 *	1-14		
A	----- US 4 010 717 A (TAPLIN ET AL) 8. März 1977 (1977-03-08) * Zusammenfassung * * Spalte 7, Zeile 14 - Spalte 9, Zeile 10; Abbildungen 3-5 *	1-14		
A	----- US 6 553 819 B1 (SCHERNEWSKI RALF ET AL) 29. April 2003 (2003-04-29) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 41 - Spalte 7, Zeile 55; Abbildungen 1-4 *	1-14		
A,D	-& DE 197 57 293 A1 (SIEMENS AG, 80333 MUENCHEN, DE; SIEMENS AG) 1. Juli 1999 (1999-07-01) -----	1-14		
A	US 2004/093951 A1 (VIOLA JEFFREY L ET AL) 20. Mai 2004 (2004-05-20) * Zusammenfassung * * Seite 1, Absatz 23 - Seite 3, Absatz 34; Abbildungen 1-7 *	1-14		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	----- US 4 408 496 A (DAHLE ET AL) 11. Oktober 1983 (1983-10-11) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 27 - Spalte 3, Zeile 31; Abbildungen 1,2 *	1-14		
A	----- US 5 007 295 A (GUSTAFSSON ET AL) 16. April 1991 (1991-04-16) * Zusammenfassung * * Spalte 4, Zeile 51 - Spalte 6, Zeile 49; Abbildungen 1-5 *	1-14		
		-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Februar 2006	Prüfer Bergado Colina, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 10 7335

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 4 561 314 A (ALLEY ET AL) 31. Dezember 1985 (1985-12-31) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1a,1 * -----	1-14	
A	US 4 621 503 A (WOODS ET AL) 11. November 1986 (1986-11-11) * Zusammenfassung * * Abbildungen 11-28 *	1-14	
A	US 4 541 288 A (KORNRUMPF ET AL) 17. September 1985 (1985-09-17) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-3h *	1-14	
A	EP 0 589 517 A (GENERAL MOTORS CORPORATION) 30. März 1994 (1994-03-30) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 19 - Zeile 37 * * Ansprüche 1-17 *	1-14	
A	US 4 524 624 A (DI NOIA ET AL) 25. Juni 1985 (1985-06-25) * Zusammenfassung * * Ansprüche 1-11 * -----	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Februar 2006	Prüfer Bergado Colina, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 10 7335

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-02-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10100957 A1	25-07-2002	KEINE	
WO 02066809 A	29-08-2002	KEINE	
US 2003160118 A1	28-08-2003	BR 0205520 A CN 1514908 A WO 02101228 A1 DE 10127932 A1 EP 1399665 A1 JP 2004521243 T	01-07-2003 21-07-2004 19-12-2002 19-12-2002 24-03-2004 15-07-2004
US 6561036 B1	13-05-2003	AU 4403799 A DE 69915611 D1 DK 1078234 T3 EP 1078234 A1 ES 2219022 T3 JP 2002514750 T SE 512141 C2 SE 9801681 A WO 9958945 A1	29-11-1999 22-04-2004 12-07-2004 28-02-2001 16-11-2004 21-05-2002 31-01-2000 15-11-1999 18-11-1999
DE 3604088 A1	13-08-1987	KEINE	
DE 906625 C	12-07-1954	KEINE	
US 4010717 A	08-03-1977	CA 1067178 A1 DE 2602989 A1 FR 2299516 A1 GB 1495092 A IT 1055050 B JP 51099733 A SU 843780 A3	27-11-1979 05-08-1976 27-08-1976 14-12-1977 21-12-1981 02-09-1976 30-06-1981
US 6553819 B1	29-04-2003	DE 19757293 A1 FR 2772836 A1	01-07-1999 25-06-1999
DE 19757293 A1	01-07-1999	FR 2772836 A1 US 6553819 B1	25-06-1999 29-04-2003
US 2004093951 A1	20-05-2004	KEINE	
US 4408496 A	11-10-1983	DE 3109232 A1 FI 810808 A JP 56147033 A NO 810917 A SE 438051 B	07-01-1982 20-09-1981 14-11-1981 21-09-1981 25-03-1985

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 10 7335

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-02-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4408496 A		SE 8002137 A	20-09-1981
US 5007295 A	16-04-1991	KEINE	
US 4561314 A	31-12-1985	KEINE	
US 4621503 A	11-11-1986	KEINE	
US 4541288 A	17-09-1985	KEINE	
EP 0589517 A	30-03-1994	DE 69300959 D1	18-01-1996
		DE 69300959 T2	23-05-1996
		JP 6207550 A	26-07-1994
		JP 8001149 B	10-01-1996
		US 5497329 A	05-03-1996
US 4524624 A	25-06-1985	CA 1192055 A1	20-08-1985
		DE 3334963 A1	26-04-1984
		FR 2535049 A1	27-04-1984
		GB 2129137 A	10-05-1984
		IT 1218733 B	19-04-1990
		JP 59079824 A	09-05-1984

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82